

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-009064

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/31
C23C 14/50
C23C 14/54
C23C 16/458
C23C 16/52
H01L 21/68

(21)Application number : 2000-186547

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 21.06.2000

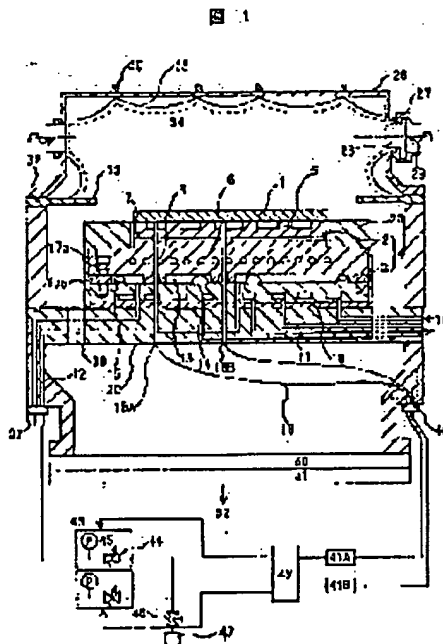
(72)Inventor : ISHIGURO KOJI
SETOYAMA HIDETSUGU
MIYA TAKESHI

(54) PROCESSING DEVICE FOR SAMPLE AND PROCESSING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve a problem that input heat which changes with time cannot be extracted with good responsiveness and a wafer temperature cannot be kept to be constant at the heating time of heater or plasma heating in conventional technology, that temperature distribution in a wafer face is remarkably deteriorated at the time of processing the wafer at the high temperature, or the plasma processing of good quality is impossible since the heating-up temperature of the wafer cannot be made to be sufficiently high.

SOLUTION: In the processing device of a sample, which plasma-processes the sample, while the temperature of the sample kept by an adsorbing device is controlled, the adsorbing device has a holding member for holding the sample and a cooling member cooling the sample. A recessed part for forming a first heat transmission gas chamber part between the cooling member and the holding member is installed in the cooling member. A recessed part for forming a second heat transmission gas chamber part between the holding member and the sample in a state where the sample is kept is installed. The first or second heat transmission gas chamber part is constituted of a plurality of heat transmission gas chambers that can independently be pressure-controlled.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-9064

(P2002-9064A)

(43) 公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 1 L 21/31		H 0 1 L 21/31	C 4 K 0 2 9
C 2 3 C 14/50		C 2 3 C 14/50	A 4 K 0 3 0
14/54		14/54	D 5 F 0 3 1
16/458		16/458	5 F 0 4 5
16/52		16/52	

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-186547 (P2000-186547)

(22) 出願日 平成12年6月21日 (2000.6.21)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 石黒 浩二

茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分事業所内

(72) 発明者 瀬戸山 英嗣

茨城県日立市国分町一丁目1番1号 株式会社日立製作所国分事業所内

(74) 代理人 100074631

弁理士 高田 幸彦 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 試料の処理装置及び試料の処理方法

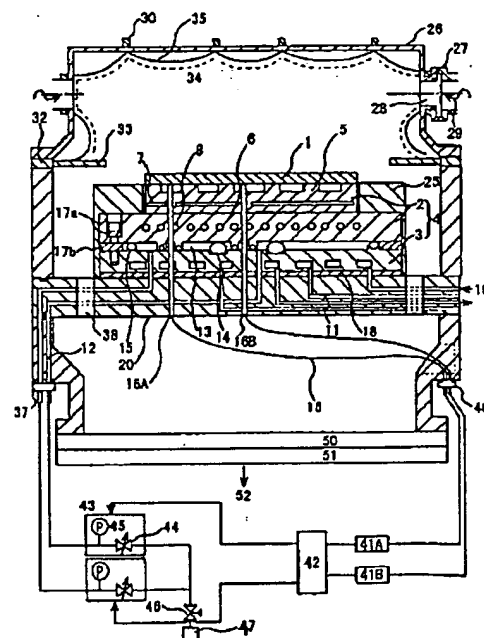
(57) 【要約】

【課題】従来技術では、 t^{-1} 加熱時またはプラズマ加熱時、時間とともに変化する入熱分を応答性良く、抜熱しウェハー温度を一定に保つ事は出来ない。高温でウェハー等処理する場合に、ウェハー面内での温度分布は著しく劣化する。また、ウェハーの昇温温度を十分高くできないので、良質なプラズマ処理が不可である。

【解決手段】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と冷却を行う冷却部材とを有し、前記冷却部材に該冷却部材と前記保持部材との間に第1の伝熱ガス室部を形成するための凹部を設け、前記試料が保持された状態における前記保持部材と前記試料との間に第2の伝熱ガス室部を形成するための凹部を前記保持部材に設け、前記第1、第2の伝熱ガス室部のいずれか一方を、独立して圧力制御可能な複数個の伝熱ガス室で構成した。

Plasma

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をブラマ処理する試料の処理装置において、

前記吸着装置は、前記試料の中心部と外周部に対応して区分された複数の伝熱ガス室を備えており、前記試料の温度に応じて各伝熱ガス室の圧力を独立に制御する手段を備えたことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項2】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をブラマ処理する試料の処理装置において、

ブラマ処理時に、前記試料の中心部および外周部の温度を $500 \pm 50^\circ\text{C}$ から $700 \pm 50^\circ\text{C}$ に維持して処理する手段を備えたことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項3】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をブラマ処理する試料の処理装置において、

前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と該保持部材を介して試料の冷却を行う冷却部材とを有し、前記保持部材と前記冷却部材との間に独立して圧力制御可能な伝熱ガス室を複数個形成したことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項4】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をブラマ処理する試料の処理装置において、

前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と冷却を行う冷却部材とを有し、前記試料が保持された状態で前記保持部材と前記試料との間に独立して圧力制御可能な伝熱ガス室を複数個形成するための凹部を前記保持部材に設けたことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項5】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をブラマ処理する試料の処理装置において、

前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と冷却を行う冷却部材とを有し、前記冷却部材に該冷却部材と前記保持部材との間に第1の伝熱ガス室部を形成するための凹部を設け、

前記試料が保持された状態における前記保持部材と前記試料との間に第2の伝熱ガス室部を形成するための凹部を前記保持部材に設け、

前記第1、第2の伝熱ガス室部のいずれか一方を、独立して圧力制御可能な複数個の伝熱ガス室で構成したことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項6】請求項3ないし5のいずれかにおいて、前記複数個の伝熱ガス室は、前記試料の中心部と外周部に対応して設けられた少なくとも2つの室を有しており、前記保持部の熱変形パターンに応じて、該熱変形を押さえるように前記半径方向内側と外側の各室の圧力制御を行うことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項7】請求項1、3ないし6のいずれかにおい

て、前記複数個の伝熱ガス室に対応した複数の位置で前記試料裏面の温度を計測する為の温度計を有し、該温度値をフィードバックして前記試料温度の制御因子を制御することを特徴とする試料の処理装置。

【請求項8】請求項1ないし6のいずれかにおいて、前記試料の処理装置が試料を高温で処理するものであり、前記保持部材内にヒータを有し、前記冷却部材に冷却媒体の流路を有し、

前記複数個のガス室相互間の分離に耐熱性の弾性体を使用したことを特徴とする試料の処理装置。

【請求項9】請求項8において、前記制御因子として、試料と前記保持部材間の伝熱ガスの圧力、前記保持部材と前記冷却部材間の伝熱ガス圧力、ヒータ加熱量、冷却媒体の温度、流量を各部位毎に制御する事を特徴とする試料の処理装置。

【請求項10】請求項8において、前記保持部材と前記冷却部材とを間に絶縁物を介し固定することを特徴とする試料の処理装置。

【請求項11】請求項7において、処理時の温度を前記試料の中心部および外周部で $500 \pm 50^\circ\text{C}$ から $700 \pm 50^\circ\text{C}$ に維持して処理することを特徴とする試料の処理装置。

【請求項12】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をブラマ処理する試料の処理方法において、

前記吸着装置は、前記試料の中心部と外周部に対応して区分された複数の伝熱ガス室を備えており、前記試料の温度に応じて前記複数個の伝熱ガス室の圧力を独立に制御して、前記試料をブラマ処理することを特徴とする試料の処理方法。

【請求項13】吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をブラマ処理する試料の処理方法において、

ブラマ処理時に、前記試料の中心部および外周部の温度を $500 \pm 50^\circ\text{C}$ から $700 \pm 50^\circ\text{C}$ に維持して処理することを特徴とする試料の処理方法。

【請求項14】保持部材と冷却部材を有する吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をブラマ処理する試料の処理方法において、

前記冷却部材と前記保持部材との間に第1の伝熱ガス室部を有し、前記保持部材と前記試料との間に第2の伝熱ガス室部を有し、前記第1の伝熱ガス室部及び前記第2の伝熱ガス室部の少なくとも1つは、試料の中心部と外周部に区分された複数の伝熱ガス室で構成されており、前記複数個の伝熱ガス室の圧力を独立に制御して、処理時の温度を前記試料の中心部および外周部で $500 \pm 50^\circ\text{C}$ から $700 \pm 50^\circ\text{C}$ に維持して処理することを特徴とする試料の処理装置。

【請求項15】処理室に試料を真空ポンプ等の搬送系により搬入する工程と、前記試料を前記処理室内のヒータと

吸着電極とを含んだ保持部材に搭載する工程と、前記試料を前記保持部材に吸着する工程と、前記保持部材内のヒータにより加熱する工程と、前記試料と前記保持部材間に圧力をコントロールしてガスを供給する工程と、冷却回路を有する冷却部材と前記保持部材間に圧力をコントロールしてガスを供給する工程と、前記冷却部材に温度、流量をコントロールして冷却媒体を供給する工程と、前記処理室内にプラズマを発生させる工程と、前記試料を前記保持部材から脱着する工程と、前記試料を前記処理室より搬出する工程を含むことを特徴とする試料の処理方法。

【請求項 16】保持部材と冷却部材を有する吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理方法において、

前記冷却部材と前記保持部材との間に第 1 の伝熱ガス室部を有し、前記保持部材と前記試料との間に第 2 の伝熱ガス室部を有し、前記第 1 の伝熱ガス室部及び前記第 2 の伝熱ガス室部の少なくとも 1 つは複数の伝熱ガス室で構成されており、

前記試料の裏面の温度を中心部、外周部等の 2ヶ所以上において実測する工程と、該温度の実測値と設定値との差異を検出する工程と、前記第 1 の伝熱ガス室、前記第 2 の伝熱ガス室のガス室毎のガス圧力、ヒータの加熱量、冷却媒体の流量、温度の少なくとも 1 つを制御する工程とを含むことを特徴とする試料の処理方法。

【請求項 17】保持部材と冷却部材を有する吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理方法において、

前記冷却部材と前記保持部材との間に第 1 の伝熱ガス室部を有し、前記保持部材と前記試料との間に第 2 の伝熱ガス室部を有し、前記第 1 の伝熱ガス室部及び前記第 2 の伝熱ガス室部の少なくとも 1 つは複数の伝熱ガス室で構成されており、

前記複数の伝熱ガス室は、前記試料の中心部と外周部に対応して設けられた少なくとも 2 つの室を有しており、前記保持部の熱変形パターンに応じて、該熱変形を押さえるように前記中心部と外周部の各室の圧力制御を行うことを特徴とする試料の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はケル等の試料の処理装置及び試料の処理方法に係り、特に、CVD装置などの半導体製造装置に用いられる高温型吸着装置とこの高温型吸着装置による試料の処理方法およびこれを搭載するCVD装置などの半導体製造装置に関する。本発明は、もちろん、液晶プラズマ処理装置、スパッタ装置等にも適用可能である。

【0002】

【従来の技術】半導体処理装置に関し、近年の微細化、高Aspect比の層間絶縁膜埋め込みにおいては、従来の方法(TEOS-03 CVD等)と比較して処理後の膜劣化、7

剥離数の少ない、HDP-CVD(高密度プラズマCVD)が注目されているが、このHDP-CVDではこの層間絶縁膜の膜質としては、熱酸化膜と同等レベルをユーザから要求されている。

【0003】図16に、基板温度と膜質(熱酸化膜のエッチング速度比)との関係を示す。この図より、熱酸化膜と同様な膜質を得る為には、基板温度は600℃近傍の高温まで上昇させなければならない事が判る。又、ケル面内で温度分布は膜質分布より必要とされる温度分布範囲内とする必要がある。

【0004】上記要求に対して、従来実際行われている方法は、静電チャックとケル間のHe圧力を高真空近傍とし、熱絶縁して昇温するものである。しかし、この方法では、周囲への熱輻射による熱逃げ、他の部材との接触部で熱伝導による熱逃げ等が有り、十分に温度を上げる事は出来ないし、高温の昇温時に温度分布が、著しく劣化するという問題点がある。

【0005】ここで、ケル表面温度を制御するための従来技術の概略構造と問題点を述べる。

【0006】まず、特開平9-17849号公報には、窒化物セラミクス基材にヒータを埋め込んだ半導体ケル保持部材と金属製の冷却装置との間に耐熱材料製の繊維の結合体または発泡材の介在層を有する構造が記載されている。

【0007】また、特開平10-64985号公報には、高温型吸着装置にケルステージにヒータと冷却配管を有するものが開示されている。すなわち、保持部材にヒータを持ち、これにて保持部材を昇温させると、同時にプラズマからの入熱分を抜熱する冷却部とを一体化する構造が記載されている。

【0008】上記特開平9-17849号公報に記載のものは、下記の問題点があり、プラズマ入熱時に一定温度範囲内に温度制御する事は出来ないと考えられる。

(1) 時間で変化するプラズマから入熱分の抜熱に上記介在層に圧力を加え、保持部材と冷却装置との間の熱伝達量を調整する構造であるが、実際、時々刻々変化するプラズマ入熱量に対応し、介在物の圧力を変化させる事はかなり難しい。

(2) HDP-CVDのようなケル面上でのパワー密度が10W/Cm²におよぶような高パワー密度となると、上記のような介在層に圧力を加え抜熱するような構造では抜熱を十分行う事は実際かなり難しい。

【0009】次に、特開平10-64985号公報に記載のものも、同様に下記問題点により、プラズマ入熱時、ケル表面温度を一定温度範囲内に制御する事は出来ないと考えられる。

【0010】(1) ケル処理温度を数百℃とする場合、冷却配管の壁面は金属製ジャケットで大きな温度勾配を持たせる場合であっても、例えば200℃程度を超えてしまう。このような高温でも、気化せず安価で安全に

10

20

30

40

50

半導体製造装置に使用できる冷却媒体種はかなり数が制限される。

(2) 上記冷却媒体でウェハへの入熱パワー密度がHDP-CVDのように10W/Cm²程度の大きなパワー密度に達する場合、十分に抜熱するには壁面での熱伝達係数を十分大きくとれない為、伝熱面積を十分大きくする必要が有るが、現実的には冷却ジャケットの面積の制限から十分冷却効果が取れない問題がある。

(3) 静電チャックを高温加熱する場合、静電チャック自身の熱変形を許容値以内に抑える為には、金属製ジャケットに十分剛性をもたせる必要が有り、厚みを十分大きく製作する必要がある。この為、静電チャック自体が重くなりメンテナンスが悪くなる等問題点がある。

(4) 入熱量が時々刻々に変化するプラズマ処理中において、入熱増加、減少分に応じて加熱または冷却する場合、静電吸着装置の熱容量が大きい為、応答性良く、温度をある一定範囲内にする為には、かなり大きな加熱能力を有するヒータまたは冷却能力を有する冷却ユニットが必要で現実的ではない。

【0011】一方、特開平2-135753号公報の第7図には、試料と電極との間にガスを導入するための空間が形成されるとともに、電極と試料台との間にもガスを導入するための空間が設けられたものが記載されている。

【0012】この公報に記載のものも、上記と同様の問題点があり、プラズマ入熱時に一定温度範囲内に温度制御する事は出来ないと考えられる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】従来技術の問題点は上記した通りであるが、要点を下記する。

(1) ヒータ加熱時、及びプラズマ入熱時、時々刻々変化する入熱量に対応して、保持部材と冷却装置間での十分に応答性良く熱伝達量を変化させる事が出来ず、ウェハの表面温度分布の均一性が劣化する。

(2) ウェハ保持部材の加熱温度が例えば300℃程度を超える場合には、保持部材と冷却部材とに、十分大きな温度勾配をつけれないので、冷却部材の壁面が200℃を超える。このような条件で安全、安価で十分な冷却性能を得られる冷却媒体種はかなり少ない。

(3) ウェハ処理温度が300℃程度を超える場合で、HDP-CVDのようなパワー密度が10W/Cm²程度となる大きな入熱がある場合、使用できる冷却媒体で十分な冷却能力を持てず、ウェハの表面温度分布の均一性が劣化する。

(4) 静電チャックの熱変形を許容値内に抑える為、冷却部を十分剛性を大きくする必要があるが、これにより冷却板が重くなり、メンテナンス性が著しく劣化する問題が有る。

(5) 静電吸着装置の熱容量が大きい為、時々刻々変化するプラズマ入熱に対応して応答性良く、ある温度範囲に静電吸着装置の温度を制御するにはかなり大きなヒータま

たは冷却能力を有する冷却ユニットが必要であり、装置の大型化、コストアップとなる。

【0014】本発明は、上記各事項を考慮し、膜質の均一性劣化を生ずる試料表面の温度不均一性を解消し、膜質の良好な均一性の高い処理済試料を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決する為、吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、前記吸着装置は、前記試料の中心部と外周部に対応して区分された複数の伝熱ガス室を備えており、前記試料の温度に応じて各伝熱ガス室の圧力を独立に制御する手段を備えたことを特徴とする。

【0016】本発明の他の特徴は、吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、プラズマ処理時に、前記試料の中心部および外周部の温度を500±50℃から700±50℃に維持して処理する手段を備えたことにある。

【0017】本発明の他の特徴は、吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と該保持部材を介して試料の冷却を行う冷却部材とを有し、前記保持部材と前記冷却部材との間に独立して圧力制御可能な伝熱ガス室を複数個形成したことにある。

【0018】本発明の他の特徴は、吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と冷却を行う冷却部材とを有し、前記試料が保持された状態で前記保持部材と前記試料との間に独立して圧力制御可能な伝熱ガス室を複数個形成するための凹部を前記保持部材に設けたことにある。

【0019】本発明の他の特徴は、吸着装置に保持された試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理装置において、前記吸着装置は、試料を保持する為の保持部材と冷却を行う冷却部材とを有し、前記冷却部材に該冷却部材と前記保持部材との間に第1の伝熱ガス室部を形成するための凹部を設け、前記試料が保持された状態における前記保持部材と前記試料との間に第2の伝熱ガス室部を形成するための凹部を前記保持部材に設け、前記第1、第2の伝熱ガス室部のいずれか一方を、独立して圧力制御可能な複数個の伝熱ガス室で構成したことにある。

【0020】本発明の他の特徴は、前記複数個の伝熱ガス室は、前記試料の中心部と外周部に対応して設けられた少なくとも2つの室を有しており、前記保持部の熱変形パターンに応じて、該熱変形を押さえるように前記半径方向内側と外側の各室の圧力制御を行うことにある。

【0021】本発明の他の特徴は、吸着装置に保持され

た試料の温度を制御しつつ、該試料をプラズマ処理する試料の処理方法において、前記吸着装置は、前記試料の中心部と外周部に対応して区分された複数の伝熱ガス室を備えており、前記試料の温度に応じて前記複数の伝熱ガス室の圧力を独立に制御して、前記試料をプラズマ処理することにある。

【0022】本発明によれば、試料を高温で温度分布の均一性を保ち、プラズマ処理する事が可能となり、高品質な処理済試料を提供できる。

【0023】本発明のより具体的な特徴を列挙すると次の通りである。

(1) 保持部材とウェハ裏面間、保持部材と冷却部材間に伝熱ガス室を設けた。またガス室を2個所以上の部位に分離した。例えば、ウェハ中心部、外周部というように2個所に分離した。

(2) 上記ガス室分離の為、保持部材と冷却部材との間に耐熱性を有する弾性体（例えば、バインディング等）を使用した。また、ヒータを内蔵した静電チャックを含む保持部材の加熱時の熱変形量を考慮し、シールを保持できるシール材の太さを考慮し、熱変形後もHeガス圧を保てるようにオリフの溝深さ、及び、オリフ保持構造とした。

(3) 各部位毎にウェハ裏面の温度を測定する為の温度計を配置し、ウェハ温度測定値と目標値との差異を検知し、制御因子を制御するコントローラを用い、独立に制御した。

(4) 上記制御因子として、ウェハ裏面と保持部材表面間、および保持部材と冷却部材間のHeガス圧力、ヒータ加熱量、冷却媒体の温度、流量を変化させた。

(5) 熱逃げを抑制する為、保持部材と冷却部材との接触面に熱絶縁物を配置した。

(6) 上記、熱絶縁物の接触面積を小さくする為、軽量で強度のあるハニカム構造等を用いた。

【0024】(1) 本発明によれば、上記特徴(1)を採用する事によって、保持部材と冷却部材との間の熱伝達係数を伝熱ガスの圧力によって自由に応答性良く変化させられるので、完全断熱状態から強制水冷の約数分の1程度の熱伝達効果を得る事が可能になる。

(2) 上記特徴(1)を採用する事によって、ウェハ面上の温度均一性を劣化させている各部位毎に伝熱ガス室を分離できるので、独立して各部位毎に温度制御が可能となり、ウェハの温度均一性を向上させる事が可能となる。

(3) 上記特徴(2)を採用する事によって、伝熱ガス室の分離に耐熱性の弾性体を使用する事で、ウェハ保持部の熱変形による伝熱ガス室間でのガスリークを防止でき、伝熱ガス室を分離できるので、独立して各部位毎に温度制御が可能となり、ウェハの温度均一性を向上させる事が可能となる。

(4) 上記特徴(3)を採用する事によって、各部位毎の測温し、目標値になるようフィードバックできるので各部位毎にウェハ表面温度分布を均一化できる。

(5) 上記特徴(4)を採用する事によって、ウェハ裏面

と保持部材表面間、および保持部材と冷却部材間のHeガス圧力、ヒータ加熱量、冷却媒体の温度、流量の少なくとも1つの制御因子を制御する事で、ウェハの温度均一性を向上させる事が可能となる。

(6) 上記特徴(5)を採用する事によって、保持部材と冷却部材間の接触面で生じる熱逃げを防止しウェハの温度均一性を向上させる事が可能となる。

(7) 上記特徴(6)を採用する事によって、保持部材と冷却部材間の接触面での熱逃げを防止しウェハの温度均一性を向上させる事が可能となる。

【0025】なお、本発明は、半導体等のウェハのみでなく液晶製造装置、プラズマエッチング装置、スパッタ装置等にも適用可能である。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を説明する。図1は本発明の第1の実施例を示すプラズマ処理装置の概略図であり、図2は、図1の実施例における保持部材と冷却部材の各平面図である。以下、プラズマCVD装置を例にして説明する。プラズマCVD装置は、反応室26と、この反応室26内にμ波29を導入するμ波導波管27と、μ波透過窓28の回りに配置した永久磁石30と、反応室26内に処理ガスを供給するバルブ33を備えている。また、保持部材2と冷却部材3で形成される高温型静電チャック4を備えている。試料即ちウェハ1等の処理対象物は、処理時、高温型静電チャック4によって静電吸着される。

【0027】静電チャック部材5は、ウェハ面側の表面を凹凸に高さ数十μmから数百μmの凹凸の加工されている。図2に示すように、静電チャック部材5の外周縁には環状の土手部2Dが形成され外周辺からのHeガスリーク量を制限している。また、内側の2つの土手部により静電チャック表面は3箇所(2A~2C)に分離され、各土手部に小さな幅の溝が設けられている。

【0028】保持部材2の内部には正、負用の2ケの吸着電極7を含んでいる。吸着電極7は図示しない直流バリエーション電源で正負の電圧を印加されている。静電チャック部支持板6はヒータ8を内蔵しており、静電チャック部材5を一定時間内に一定温度まで昇温する。静電チャック部材5と静電チャック部支持板6とはIn等のろう付け又は金属接合等で接合されている。静電チャック部材5と静電チャック部支持板6は加熱時の熱変形を抑制する為、熱膨張係数がある範囲内で合わせるとか、間に傾斜材料を挟む等の手法がとられる場合がある。

【0029】冷却部材3の内部には、冷却媒体10用の冷却流路11とHeガス用流路12が有る。

【0030】冷却部材3の上面すなわち、保持部材2側の面には、図2に示すように2つの伝熱ガス室用空間13A、13Bが設けられており、各伝熱ガス室用空間13A、13Bの仕切りには耐熱性が高い弾性体（例えば、バインディング）14が使用される。又、冷却部材3

の外周部にリング15を配置し、保持部材2と冷却部材3との隙間を伝わり、リングするHe量を無くし、ウェー温度の均一性を向上させる。図1、図2の例では冷却部材3の上面が半径方向の内外2個所に区切られているのみであるが、数個所に伝熱ガス室用空間を分離、形成する事も可能である。これらの伝熱ガス室用空間と保持部材2の下面とにより、ガス室13が形成される。温度分布の均一性をより向上させる為には、伝熱ガス室13を複数個に分離形成した方が有利である。また、試料の径が大きいものでは、半径方向を3個所に区切る、あるいは半径方向に加えて、円周方向にも複数に区切って、圧力制御可能な複数の伝熱ガス室を設けても良い。

【0031】保持部材2と冷却部材3との熱絶縁の為、絶縁物17a, bを挟んでネジ等で、固定する。高温型静電チャック4と高温型静電チャック用支持板20との絶縁の為、絶縁物18を挟んでいる。これは、高温型静電チャック4に高周波が印加される場合、又静電チャック部材に図示してないRF電極に高周波が印加される場合の高周波絶縁に使用されるもので、テフロン（登録商標）、AlN等の材料が使用される。

【0032】16は光ファイバ温度計プローブであり、ウェー・ウェー裏面の温度を測定するものである。このプローブ部分の穴を利用してウェー・ウェー裏面の空間2A~2Cの空間に供給される伝熱ガスの通路を形成しても良い。また、ウェー・昇降機構の通路を形成しても良い。高温型静電チャック4の金属面には、スパッタによる金属汚染を発生しないようにカバー25が配置される。

【0033】本発明で上記伝熱ガス室13を2ヶ以上の部位に分離した理由を下記する。ガス室内のHeガス圧と熱伝達係数 α の関係は平行平板の場合、図3に示すようになる。ウェーを約200℃~約700℃（保持部材での温度勾配も含む）で処理する場合、HDP-CVDのような高パワー密度（例えば10W/Cm²）を考えた場合、 α として最大1000W/Cm²・K以上程度必要であり、静電チャックの最大吸着力が通常20Torr程度である事を考慮すると、必要なHeのガス層の厚みは約50μm程度と大変小さい幅となる事が判る。

【0034】ヒートによる加熱時、プラズマ入熱がある場合は、入熱パターンで保持部材は時間とともに凹凸の形状に複雑に変化する。保持部のヒート加熱時、プラズマ入熱時等の熱変形のパターンを図4に示す、凸型、凹型がある。この熱変形量はプラズマ入熱量、保持部材の形状、材質、固定方法等の影響を受けるが、最大数十μm程度に達する。これは上記Heガス室高さ50μmと比較して無視できるもので無いことがわかる。

【0035】これを図5を用いて説明する。例えば、He圧が20Torrとする。最初、Heガス室高さHが50μmであったが、保持部材の熱変形により、図4に示す凸型に変形し中心部の高さが小さくなり、20μmとなったとする。この時の α は、

$\alpha \approx 1100 \text{ W/Cm}^2 \cdot \text{K}$ (H=50μm)

$\alpha \approx 1350 \text{ W/Cm}^2 \cdot \text{K}$ (H=30μm)

と大きく変化する。

【0036】プラズマ入熱パワー密度を10W/Cm²とすると、上記 α での温度上昇値は各々、

$\Delta T = 91 \text{ deg}$ (H=50μm)

$\Delta T = 74 \text{ deg}$ (H=30μm)

となり、中心部とHeガス室の高さが変化しない外周部と中心部で温度差は91-74=17degになる。つまり、ガス室を一つで形成すると、保持部材の無視できない熱変形により冷却効果に大きな差異を生じ、ウェー表面の温度分布を著しく劣化させる。

【0037】各保持部の変形パターンでの温度上昇値の形状を各々図6に示す。熱変形パターンが凹となるか凸になるかで、温度上昇値の分布は他の要因を無視すると正反対になる事が判る。

【0038】ウェー表面の温度分布は主に下記の影響を受けている。

- (1) 加熱源であるプラズマ密度分布
- (2) 加熱源であるヒートの発熱量の分布
- (3) 保持部材表面とウェー裏面間のHeガス圧力分布
- (4) 保持部材と冷却部材での接触による熱逃げ
- (5) 保持部材と冷却室間の冷却ガス圧分布
- (6) 冷却室と冷却室固定板間の熱逃げ
- (7) 周囲チャンバー内壁面への熱輻射
- (8) 保持部材中の静電チャックカバーへの熱逃げ
- (9) 冷却路での抜熱量分布

等、非常に多くの影響因子が有り、高温になると、特に温度分布を均一化する事は非常に難しくなる。また、温度制御応答性の点から、制御対象となるウェー裏面にできるだけ近い位置での制御因子を使用するのが望ましい。

【0039】以下に本発明の実施例の説明を続ける。図1において、反応室26壁面からμ波導波管27で導入する。このμ波29をμ波透過窓28より導入し、μ波透過窓28の回りに配置した永久磁石30によるECR共鳴を利用し、高エネルギー電子を発生させ、パルスリング32のパス33から供給される処理ガスを解離、電離しプラズマ34が生成される。反応室26の天板、側壁に配置した永久磁石30によりガス磁場35を形成し、プラズマ34を閉じ込める。

【0040】保持部材と冷却部材の接触部での熱絶縁の為、AlN等の断熱材を挟み、またHeガス圧の分布を均一化する為、リングを絶縁物17a、17bを介し固定する。これにより熱逃げ量を最低限に抑えることが出来る。

【0041】又は、保持部材と冷却部材との接触面積を減らす為に、熱絶縁材を図7に示すようなベーム構造体とすることも可能である。

【0042】光ファイバ温度計プローブ16は導入端子フランジ40を介し、コントローラ41A、41Bに接続される。こ

の温度読み値はHeガス圧と熱伝達係数 α との関係データが入力されたフィードバック回路42に入る。次に、上記入力データよりHeガス圧の増減分 $\Delta P1$ 、 $\Delta P2$ がHeガス圧コントローラ43に入力され設定Heガス圧力を変更する。Heガス圧コントローラ43はマスフロー44と圧力計45で構成される。Heガスはガスボンベ47から図示しないレギュレータ、手動バルブ46を介して供給される。温度制御方法について下記により詳しく説明する。

【0043】例えば、あるプロセスにおいて、熱変形により保持部が凸の形状に変形した場合について考える。この時のプラズマ入熱、Heガス室高さHの変化（中心部）、ウェハ温度変化（中心部）、He圧力の変化を図8に示す。プラズマ入熱による熱変形は、図8に示すようにより大きくなる。

【0044】図9に示すように、Heガス室高さHが変化する事で熱伝達係数 α は小さくなる為（ $\alpha 1 \rightarrow \alpha 2$ ）、ウェハ温度は上昇し、ついには許容範囲外に上昇する。

【0045】光ファイバ温度計からの測定値と制御したい温度値との比較を図10のステップ102に示すフィードバック制御で比較演算し、ステップ104の比較において測定値が仕様値でない場合、ステップ106で図9に示す関係よりHeガス圧をP1からP2へ変化させ、マスフローコントローラに制御したいHeガス圧設定値を入力する。

【0046】これにより、ウェハ温度は図8に示すように変化する。上記構成によりウェハ中心部温度は、ある許容範囲内に温度制御する事が可能になる。ウェハ外周部でも同様に温度を独立して制御する。

【0047】図11に、上記実施例に示す半導体処理装置によりウェハ1にプラズマCVDによる成膜処理をする場合の、処理手順の一例を示す。図11は、ヒータ出力Q1、保持部材～冷却部材間のガス圧力（中心部）P1、保持部材～冷却部材間のガス圧力（外周部）P2、ウェハ～保持部材間のガス圧力P3、プラズマ入熱Q2、保持部材の表面温度T1、ウェハ温度T2の時間変化を示す。各々のグラフの横軸は、時間を示している。横軸で同じ位置に有れば同じ時間を示している。

【0048】（a）ウェハ1枚目のプラズマ処理前
t0～t1間でP1、P2を0近傍の圧力値にする。t1で保持部材2のヒータ8に通電する事で、Q1の発熱を生じ、保持部材が加熱される。この時、P1、P2は、各々0近傍の為、熱絶縁になっており、冷却部材に熱が逃げないため、ヒータにより効率的に、所望の温度まで、最短時間で昇温できる。t2でウェハを真空ボット等で保持部材2の直上に移動させ、図示していないウェハ昇降機構によって、ウェハ1を保持部材2の上に載せる。次に吸着電極7にプラズマ、またはマイクスの電圧を印可し、ウェハ1を吸着する。t3でウェハ～保持部材間のガス室にガスをある圧力を保ち、導入する。t2～t3では、ウェハは、加熱された保持部材と接触熱伝達で昇温し、t3でガス熱伝達で、

昇温する。ガス熱伝達の場合、接触熱伝達と比較して、伝熱効果が著しく増加する為、ウェハ温度変化は大きく、短い時間で昇温する。t4にてヒータの出力を小さくし、0にする。これにつれて保持部材の表面温度T1、ウェハ温度T2は、図11に示すように低くなる。

【0049】（b）ウェハ1枚目のプラズマ処理
t5にプラズマ点火する。図11には、ウェハ1への入熱量が中心部で外周部と比較して大きい場合を示している。ウェハの表面の各部位での温度を一定に保つ為、各伝熱ガス室において、図8に示すようにガス圧力を変化させる。この場合、ウェハの中心部に比較し、外周部のガス圧力を低くし、ガスによる熱伝達係数を低下させ、ウェハ1の温度を外周部で、中心部と比較して、温度上昇値を大きくし、ウェハ面上での温度を高くし、プラズマ入熱時のウェハ面内の温度分布の均一性を向上させる。逆に、外周部が中心部と比較して入熱量が大きい場合には、ガス圧力の関係を逆にする。プラズマ点火後、成膜ガスを処理室内に導入し、化学反応により、ウェハ1面上に酸化石英の薄膜を形成させる。t6にプラズマを消滅させる。これは、μ波バー、RFバー、成膜ガスの導入を停止させる事で行う。これにより、プラズマ入熱Q2は、図11に示すように減少し、これにつれて、P1、P2、P3を減少させ、0とする。t7にウェハを図示しないウェハ昇降機構により、ウェハを持ち上げ、真空ボットにより、処理室からウェハ1を搬出する。

【0050】（c）ウェハ2枚目のプラズマ処理前
t7～t1'間に上記と同じ方法でウェハ1を搬入する。ウェハ1枚目の処理と異なり、ヒータ出力Q1'は既にある一定温度まで昇温されているので、Q1より小さな値で十分である。

【0051】（d）ウェハ2枚目のプラズマ処理
一枚目と同様であるので説明を省略する。

【0052】上記は、ウェハ1～保持部材2間のガス圧力をウェハ1によって形成される2ヶ所以上の各ガス室を同じ圧力で制御しているが、保持部材～冷却部材間のガス圧力を各ガス室毎に一定（中心部、外周部でガス圧力を一定とする。）にし、ウェハ～保持部材間のガス圧力を各ガス室毎に変化させても同じ効果が得られる。また、図11に示すガス圧力P1、P2、P3ではなく、中心部、外周部のヒータ8の発熱量を、各部位からのウェハ温度をフィードバックして、発熱量を変化させても同じ効果を得られる。また、上記と同じ効果は、冷却媒体10の温度、流量を変化させても得られる。

【0053】冷却媒体10の温度で、冷却部材3の温度分布を直接コントロールでき、又、冷却流量で冷却効果を変化でき、冷却流路での膜温度を変化させられるので、同じく冷却部材での温度分布を同じく変化させる事が可能になる。

【0054】結局、ガス圧力P1、P2、P3が一定でも、上記と同じくウェハ温度分布をある一定値内に制御す

る事が可能になる。但し、制御の応答性から考えると、 η 部材 1 と保持部材 2 のガス圧力を各部位毎に変化させた場合が一番制御速度が早く、制御性が良い。

【0055】図 11 に示す Q1、P1、P2、P3、Q2 等は図 11 では、ある一定時間後に、おいて一定値となっているが、各時間毎に変化させても良い。特に、P1、P2 は、プラズマ入熱が時々刻々変化する一般的な入熱パターンにおいては、変化させるのが、良い。

【0056】また、図 11 では、ガス圧力 P1、P2 の昇圧開始をヒータ出力が 0 になってからとなっているが、ヒータが ON 時から行っても良い。ガス圧力 P3 をヒータ出力が 0 になってから行っても良い。

【0057】図 11 は、一例を示すものであり、ここでは一々、記載しないが、種々の変形がある。

【0058】図 12 に本発明の別の実施例を示す。図 1 との差異は保持部材 2 と η 部材 1 間の He ガス圧を中心部、外周部またはそれ以上の独立した部位（複数の伝熱ガス室）に分け、図示していない伝熱ガスの経路を保持部材 2 の内部に形成して各伝熱ガス室に連通させ、 η 部材表面の中心部と外周部における He ガス圧を変化させるものである。ガス室の部位の分離は静電チャック表面の凹、凸（溝）で形成する。

【0059】この構造図を図 13 に示す。図 13 に示すように、保持部材 2 の中間部に土手部 200 を形成し、吸着電極 7b を土手部 200 の下に配置し、他の吸着電極 7a とは独立させ、他の吸着電極より大きなバイアス電圧を印加し、 η 部材を吸着し、各部位間の He ガス流量を低減させている。図 13 では土手部 200 により静電チャック表面の室を 2 箇所だけに分離したが、これは何箇所あっても良い。又、土手部に小さな幅のスリットを設けても良い。但し、スリット幅は η 部材等の処理物を載せて形成される各部位（伝熱ガス室）毎に圧力を独立に制御できる程度の小さなものとする。

【0060】ここで、上記、 η 部材 1 と保持部材 2 の表面の空間に伝熱ガス室を 2 ヶ所以上、設けるパターンを A とし、保持部材 2 と冷却部材 3 との空間に伝熱ガス室を 2 ヶ所以上、設けるパターンを B とする。

【0061】温度均一性を向上させて η 部材 1 を処理する為には、少なくとも上記、パターン A、B のいずれか一方を採用すれば良い。パターン A、B の両方を採用した場合には、制御対象となる検出温度が多くなる為、制御が難しい等の問題が発生する場合があります、パターン A または B のみ採用する事が望ましい。

【0062】図 14 に本発明の別の実施例を示す。図 1 との相違は η 部材の温度制御にヒータの発熱量を部位毎に変化させるものである。例えば、図 14 では中心部ヒータ 8b、外周部のヒータ 8a で形成する。切り替えスイッチ 57 により高周波印加時にヒータ 8a、8b を切るものである。 η 部材表面を測温する測温コントローラ 41 の指示値と目標値との差異をフィードバック回路 42 で検知しヒータの電力調整器 56A、

56B の設定値を変更する。

【0063】図 15 に本発明の別の実施例を示す。図 1 との相違は η 部材の温度制御に冷却水の温度、流量を部位毎に変化させるものである。図 15 では中心部、外周部の冷却水路で形成するものである。測温コントローラ 41 の指示値と目標値との差異をフィードバック回路 42 で検知し、冷却と加熱機能を有するヒータ 58 の冷却水の温度設定値、流量を変更する。流量を変化させ、冷却流路の壁面での熱伝達係数 α を変化させ、壁面での温度差を制御するものである。但し、ヒータ内の冷却媒体の熱容量が大きいため、ヒータを使用したものに比べて応答性は悪い。

【0064】

【発明の効果】本発明によれば、試料を高温で温度分布の均一性を保ち、プラズマ処理する事が可能となり、高品質な処理済試料を提供できる

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施例を示す半導体処理装置の側断面図である。

【図 2】図 1 の実施例における保持部材と冷却部材の各平面図である。

【図 3】He ガス圧力と熱伝達係数との関係を示す図である。

【図 4】プラズマ入熱時の保持部材の変形を示す図である。

【図 5】He ガス層の厚みが変化した場合の He ガス圧力と熱伝達係数との関係を示す図である。

【図 6】保持部材の熱変形による η 部材温度上昇分布を示す図である。

【図 7】保持部材と冷却部材との間に挟む絶縁物の構造を示す図である。

【図 8】プラズマ処理時の保持部材の変形と温度変化を示す図である。

【図 9】He ガス層の厚みが変化した場合の He ガス圧力と熱伝達係数との関係を示す図である

【図 10】温度制御回路を示す図である。

【図 11】本発明の第 1 の実施例に示す半導体処理装置の、処理回路の例を示すフロー図である。

【図 12】本発明の第 2 実施例を示す半導体処理装置の側断面図である。

【図 13】静電チャック部の側断面を示す図である。

【図 14】本発明の第 3 実施例を示す半導体処理装置の側断面図である。

【図 15】本発明の第 4 実施例を示す半導体処理装置の側断面図である。

【図 16】 η 部材温度と膜質との関係を示す図である。

【符号の説明】

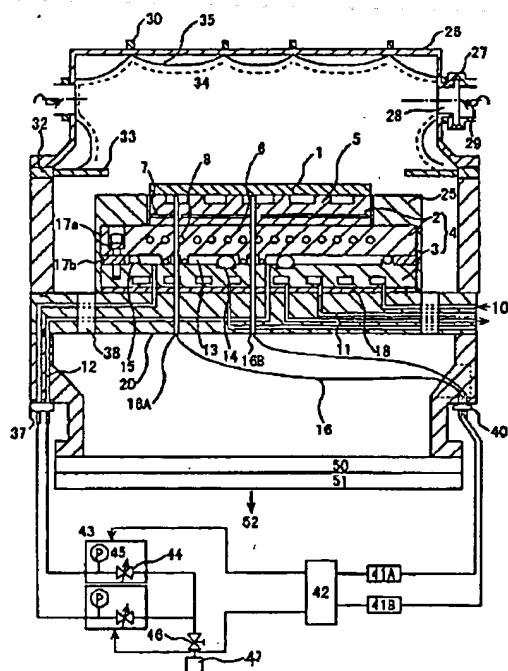
1... η 部材、2...保持部材、3...冷却部材、4...高温用吸着装置、5...静電チャック部材、6...静電チャック部材支持板、7a、7b...吸着電極、8a...外周ヒータ、8b...中心部ヒータ、10...冷却媒体、11...冷却流路、12...He ガス流

15

路、13…Heガス室、14…リング、10～15…リング、16…光ファイバー温度計プローブ、17a、b…絶縁物、18…絶縁物、20…高温用静電吸着装置支持板、21…絶縁物、26…反応室、27…μ波導波管、28…μ波透過窓、29…μ波、永久磁石、32…ノズルリング、33…ノズル、34…ガラスマ、35…ガス磁場、36

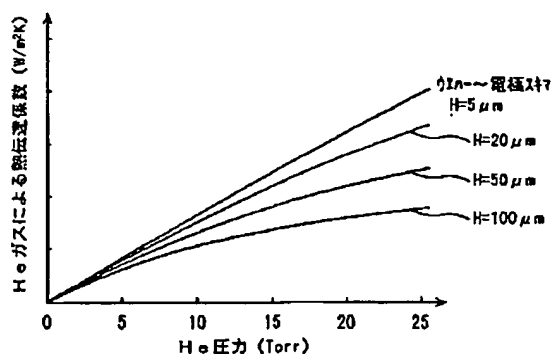
【図1】

図 1



【図3】

図 3

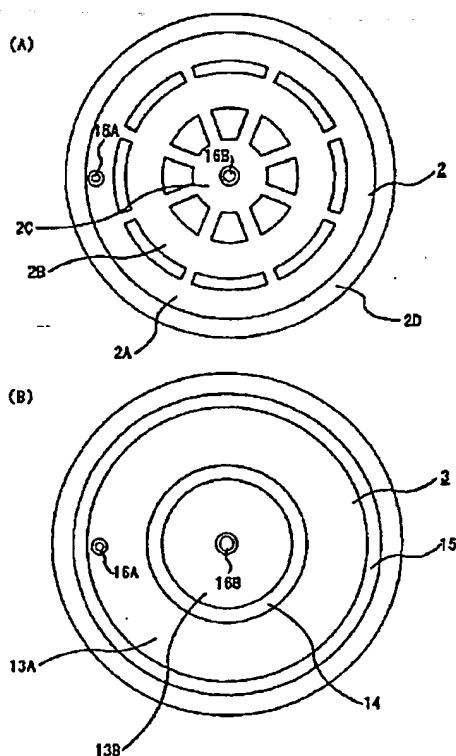


16

…磁力線、37…フランジ、38…排気穴、40…端子導入フランジ、41…測温コントローラ、42…フィードバック回路、43…圧力コントローラ、44…マスフロー、45…圧力計、46…手動バルブ、47…冷却用ガス、50…メインバルブ、51…ターボ分子ポンプ、52…ドライポンプ、55…ガラスマ入熱、56…電力調整器、57…スイッチ、58…チラー

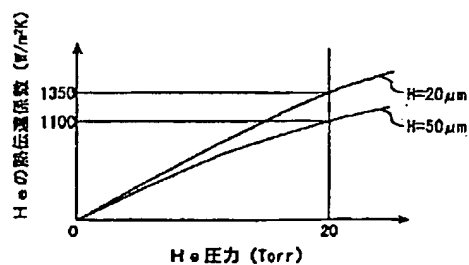
【図2】

図 2

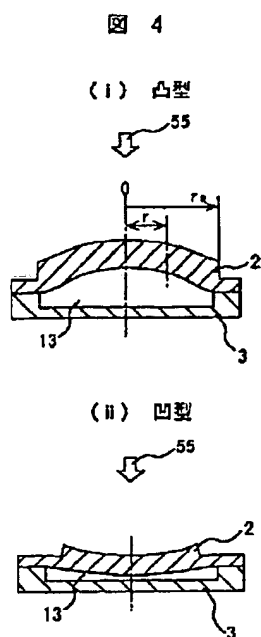


【図5】

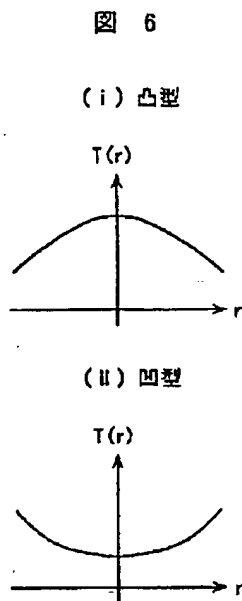
図 5



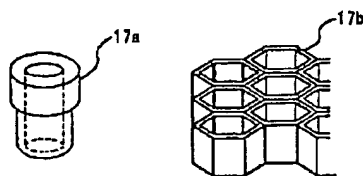
【図4】



【図6】

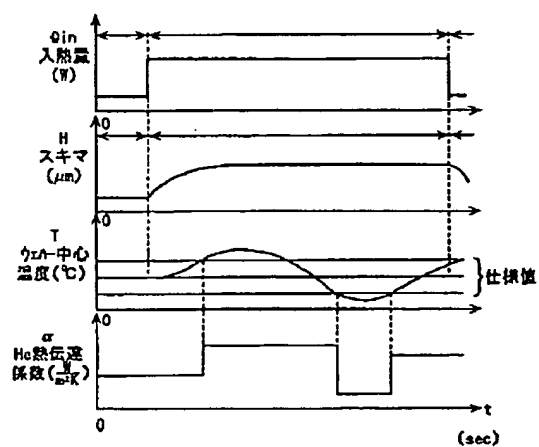


【図7】



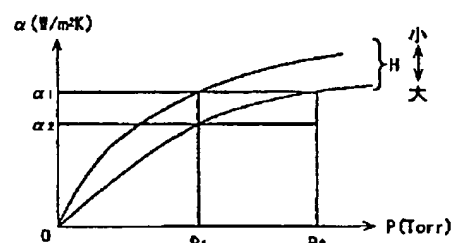
【図8】

図 8



【図9】

図 9



【図12】

図 12

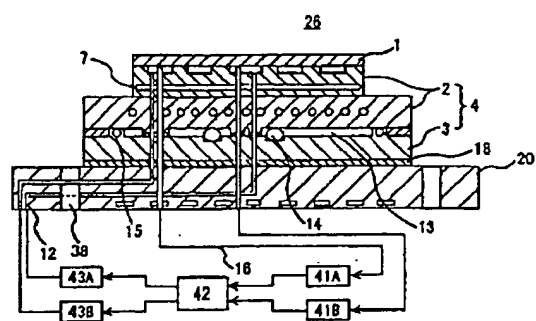
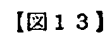
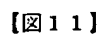


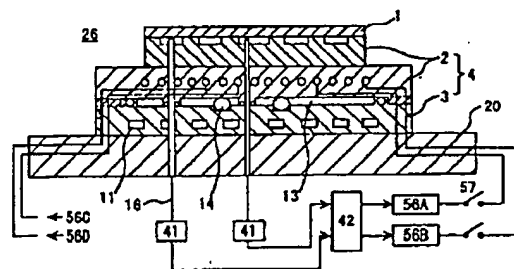
图 10



13

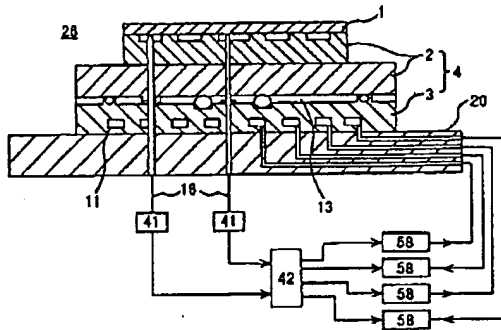


14



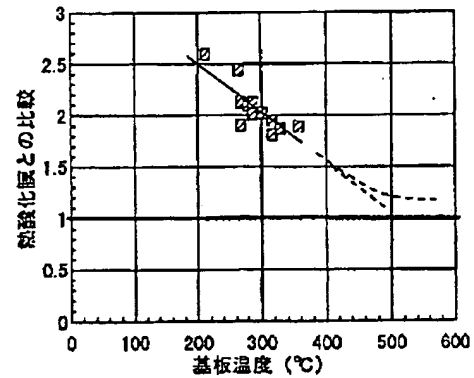
【図 15】

図 15



【図 16】

図 16



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
H01L 21/68

識別記号

F I
H01L 21/68

テームコード (参考)

R

(72) 発明者 宮 森
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

F ターム (参考) 4K029 CA05 DA08 DC27 JA01 JA05
4K030 CA04 FA01 GA02 JA10 KA23
KA26 KA30 KA39 KA41 LA15
5F031 CA02 CA05 HA16 HA37 HA38
HA39 HA40 JA08 JA46 MA28
MA29 MA32 NA04
5F045 AA08 AC17 AD06 AD07 AD08
AD09 AD10 AD11 BB02 EJ10
EM05

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.